

稀有元素矿床地质

第 4 輯

气成-热液铍矿床的某些类型

〔苏联〕A·A·別烏斯等著

张選齡 孙廷奎合译

中国工业出版社

本輯主要是介紹氣成-熱液鉍礦床、含綠柱石花崗岩、花崗閃長岩中的綠柱石帶等。可供地質人員及地質院校師生參考。

А. А. Беус, А. И. Гинзбург,
Н. П. Заболотная, М. И. Новикова, А. А. Сягун
ГЕОЛОГИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

ВЫПУСК. 4

НЕКОТОРЫЕ ТИПЫ

ПНЕВМАТОЛИТО-ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ

МЕСТОРОЖДЕНИЙ БЕРИЛЛИЯ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ

ИЗДАТЕЛЬСТВО

ЛИТЕРАТУРЫ ПО ГЕОЛОГИИ И ОХРАНЕ НЕДР

МОСКВА 1959

稀有元素矿床地质

第 4 輯

氣成-熱液鉍礦床的某些类型

張遐齡 孫廷奎合譯

*

地質部地質書刊編輯部編輯（北京西四羊市大街地質部院內）

中國工業出版社出版（北京佳園廠內10號）

北京市書刊出版業營業許可証出字第110號

中國工業出版社第四印刷廠印刷

新華書店北京發行所發行、各地新華書店經售

*

開本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印張 $1^{3/4}$ ·字數37,000

1962年11月北京第一版·1964年11月北京第二次印刷

印數758—2,227·定價（科六）0.30元

*

統一書號：15165·1802（地質-183）

56.57/5

352

14

稀有元素矿床地质

第 4 輯

气成-热液鉍矿床的某些类型

〔苏联〕A·A·別烏斯 A·И·金茲堡 H·П·查博洛特納婭等
M·И·諾維科娃 A·A·謝特寧 著

张退齡 孙廷奎 合譯

中国地质出版社



編輯委員會

А. И. 金茲堡 (主席)、И. И. 馬雷謝夫、Г. Г. 羅古諾夫、
И. С. 斯捷帕諾夫、П. А. 特羅哈切夫、В. И. 法古托夫、
Н. А. 赫魯紹夫、Ю. Л. 切爾諾斯維托夫、И. В. 什曼年
科夫、В. В. 謝爾賓納、М. А. 埃依格列斯 編輯：А. И. 金茲堡

目 录

前言	4
气成-热液铍矿床 (A. И. 金兹堡)	5
含綠柱石花岗岩 (A. A. 別烏斯 和 A. A. 謝特宁, 苏联科学院)	14
花崗閃长岩中的含綠柱石帶 (H. П. 查博洛特納婭和 M. И. 諾維科娃)	38
結論	50
参考文献	52

07597

前 言

鈹是一种稀有元素，它在各种生产部門中的应用逐年都有显著扩大。为了满足现代工业对鈹原料日益增长的需求，寻找新工业类型鈹矿床是地质人员当前的一项重要任务。迄今为止，世界的鈹产量还主要是开采那些规模不大的用手选的含綠柱石伟晶岩矿床。我国现代科学技术成就已能以对細粒浸染型綠柱石矿石进行选矿加工了，这就有可能去利用新类型鈹矿床了，特别是气成-热液鈹矿床。必须指出：气成-热液鈹矿床被列入工业矿床这一事实，首先就说明了苏联在綠柱石选矿技术方面的巨大进步。

近年来，为了查明新型的工业气成-热液鈹矿床，曾进行了大量普查和研究工作。本书将对气成-热液鈹矿床的特征作一简要介绍，并对其所具有的首要实际意义加以论述，最后再对公开文献中很少报导过的两种有远景的新型鈹矿床：含綠柱石花岗岩和花岗岩长岩中含綠柱石带的鈹矿床作一比較詳細描述。

广大地质工作者对这种矿床构造和成分，以及对其产出地质条件的了解，无疑将会促使发现新的和巨大的这种貴重原料的矿床。

气成 热液铍矿床

直到最近几年，铍矿床的主要工业类型还是比较容易从中用手选提取巨大绿柱石晶体的花岗岩伟晶岩。细粒浸染型铍矿石选矿方法的拟定，使我们能够将新类型的矿床（特别是气成-热液矿床）应用于工业了。现有的实际材料证明：铍在气成-热液作用发育过程中有着明显的富集，铍和钨、锡或钼一样，均为特征元素。

气成-热液铍矿床本身具有许多特殊的地质和地球化学特点，因而应该将它当作一个铍矿床的最重要的工业类型。就其价值而言，它并不亚于伟晶岩类型，在开采方面也较经济、简便。此点用以下事实即可得到证明：

1. 某些气成-热液铍矿床的规模巨大，这是大多数伟晶岩型矿化无可伦比的。必须考虑到：伟晶岩型矿床中的含铍矿石通常都是单个的矿脉或透镜体，其规模只在稀少的情况下是巨大的；在气成-热液矿床的某些类型中，个别巨大的地段或矿带都是矿石。在另一些情况下，矿体则是产于花岗岩、花岗岩闪长岩或其沉积围岩中的网状脉或巨大矿化带。最后，还发现有矿石是石灰岩中矽卡岩体或交代的萤石体的矿床。伟晶岩矿床中铍的储量很少超过几百吨或一、二千吨，只有在产于构造带内的绿帘石伟晶岩中的铍储量才可达巨大的储量。在云英岩化花岗岩、蚀变花岗岩闪长岩带、石灰岩中的网状脉、矽卡岩和交代萤石矿体的气成-热液铍矿床中，其储量往往为几万吨。

2. 气成-热液铍矿床中氧化铍的含量高。在典型的伟晶岩矿床中氧化铍的平均含量通常为整个伟晶岩体的0.03~0.05%，高达0.07~0.1%者少见（多半在0.04~0.06%左右）。由于矿床不同，在气成-热液矿床中，氧化铍的平均含量，介于0.02~0.03%

到 0.2~0.4% 之間，就整个矿床而言，其平均含量为 0.08~0.15%。这些含量数字对真正的气成-热液铍矿床來說，应该認為是最典型、最有代表性的。

3. 許多气成-热液铍矿床用露天方法开采的可能性。本类型很多矿床（含綠柱石花崗岩、含铍云英岩化矿带、网状脉、砂卡岩、交代的螢石矿体）比之大多数伟晶岩矿床有着极其重要的优点，由于这种类型矿床的矿体厚度大，可以用非常經濟的露天法来开采。

4. 大多数气成-热液铍矿床都具有綜合利用的性質。和伟晶岩矿床一样，大多数气成-热液矿床都具有綜合性質，矿床中除了其它矿产外，还有铍的矿物。一种是仅可在开采螢石、錫石、黑鎢矿或輝鉬矿矿石时順便提取的铍矿物；另一种是铍矿化占主导地位，而其他所有矿产則只是順便提取的組份。

与气成-热液和伟晶岩矿床中铍矿物相伴生的典型的有用組份下面再談(表 1)。

表 1 伟晶岩铍矿床与气成-热液铍矿床类型

伟 晶 岩 矿 床		气 成-热 液 矿 床	
主 要 类 型	与铍矿物伴生的有用組份	主要类型	与铍矿物伴生的有用組份
綠柱石-白云母类型	长石，白云母	云英岩	鉄锂云母，黑磷云母，輝鉬矿，錫石，螢石
綠柱石-鉍类型	鉍鉄矿，鉍鉄矿-鉍鉄矿，鉍鉄矿，錫石	高溫石英脉和长石-石英脉	黑鎢矿，輝鉬矿，輝鉍矿，白鎢矿，毒砂，錫石
鉍輝石类型	鉍輝石，鉍鉄矿-鉍鉄矿，鉍鉄矿，錫石	云母岩	宝石(純綠寶石，翠綠寶石，綠鉍石)，輝鉬矿，螢石
鉍輝石-鉍云母类型	鉍輝石，磷鉍石，透輝长石，鉍鉄矿-鉍鉄矿，鉍鉄矿，微晶石，錫石，白云母，鉍榴石	砂卡岩	磁鉄矿，螢石，白鎢矿，黑磷云母
		石灰岩中交代的螢石矿层	螢石，鉍珍珠云母，錫石

鑑于在很多情况下铍矿物都是这两类矿床中的伴生組份，所

以这些組份开采量的大小首先取决于主要組份的开采規模。如果以此观点去对待稀有金属伟晶岩和气成-热液型鎢、銅、錫及螢石矿床的話，那就会很清楚地看出，由于对黑鎢矿、輝鉬矿和錫石精矿的需求比由伟晶岩中开采鉭輝石和鉬鉄矿精矿大得多，所以由热液矿床中开采的矿石量要比从伟晶岩中开采矿石的量大許多倍。因而，在其中鉍含量相等的条件下，将可由气成-热液鉍矿床中順便提取出更大数量的鉍原料。

所有气成-热液鉍矿床都具有一系列特点，在进行本类矿床普查工作时必須加以考虑。

1. 所述类型矿床在成因上常与形成于1~1.3公里深度的酸性或超酸性花崗岩(黑云母、二云母和白云母花崗岩)有关，特别是与花崗岩的頂部岩鍾及不大的花崗岩株有关，同时这些不大的花崗岩岩体和岩鍾常遭受了不同程度的自变質交代作用(鈉长石化、云英岩化、硅化)。

在个别情况下，頂部岩鍾和岩株系由花崗斑岩或具粗粒結構小分离体的白崗岩組成，有时，其中还广泛发育有晶形孔洞。正如B.C.科普捷夫-德沃尔尼科夫(1952)所認為的那样，这些花崗岩岩鍾应属于花崗侵入杂岩发育的晚期侵入相。

2. 气成-热液鉍矿床仅形成于地壳的地槽区内。它們与花崗岩体最頂部地段有关，通常是保存在最年青的地槽区，也就是說，絕大多数气成-热液鉍矿床都与阿尔卑斯期、基米里期和海西期等构造运动有关。因而普查該类矿床主要应在年青(中生代和海西期)的地槽区内进行。

3. 这一类型矿床不仅分布在花崗母岩中，而且也可产在較早期侵入相的(如花崗閃长岩)花崗岩以及沉积-变質岩——砂岩、頁岩、石灰岩、角閃石、綠泥石片岩及其它岩石当中。

由于大部分气成-热液作用均伴有交代作用，因而所形成矿床的成分在頗大程度上則取决于遭受交代作用的围岩成分。因此，可将所有气成-热液鉍矿床划分为以下三类：

1) 发育在富含石英的鋁硅酸盐岩石(花崗岩、花崗閃长岩、砂岩、頁岩)中的矿床;

2) 发育在基性和超基性硅酸盐岩石(蛇紋岩、角閃岩、角閃石和綠泥滑石片岩)中的矿床;

3) 发育在碳酸盐岩石(石灰岩、白云岩)中的矿床。

上述每一类矿床在其鉍矿化成分方面都有自己一套独特的成分和特殊的矿物共生組合(表2)。

4. 所有气成-热液鉍矿床的共同特点是:黃玉或螢石,有时鉄鋰云母、磷灰石、磷鉄錳矿、氟鋁石等中氟的含量显著增高。含氟矿物,特别是螢石的数量常是如此之多,以致不仅不能把它們看成是伴生組份,反而应把它們看作为主要組份了。这一类鉍矿床中螢石的儲量往往可以达到几万噸、几十万吨以至几百万噸,无怪乎許多这种矿床都成了具有首要实际意义的螢石矿床了。含氟矿物的含量在这些矿床中可以如此之高,致使出現于气成-热液矿床中的大量螢石或黃玉成了普查鉍矿床的最重要标志。除氟而外,大多数这一类型矿床的特点是还出現有高度富集的鋰(含在黑鱗云母、鉄鋰云母、珍珠云母-鈉鋁珠云母、香花石中)、鎢、鉬、鉍(含在黑鎢矿、鉄鋰云母或黑鱗云母及錫石的成分中), 硼和錫比較稀少。

5. 发育于花崗岩中的气成-热液作用,随着区域构造发展史的不同而有所不同;热液可沿孔隙、破碎带或一定的裂隙系統流动,占去岩石的相当大体积。第一种情况下,花崗岩将遭受大面积的蝕变,其特征是存在有极細小的分散的綠柱石浸染体。在第二种情况下,蝕变作用(鈉长石化和云英岩化)仅发育于一定构造带中。在第三种情况下,則形成含綠柱石矿化細脉系統。这些細脉可能是互相連接和平行伸延的,但也可能形成典型的网脉。最后,还可能形成伴有云英岩边缘的单个的脉。据此,可将产于酸性鋁硅酸盐岩石中的气成-热液矿床分为如下类型:

1) 含綠柱石花崗岩;

表 2 产于不同围岩中的气成-热液铍矿床之典型矿物

产于酸性硅酸盐岩石中矿床	产于基性岩中矿床	产于碳酸盐岩石中矿床
铍 矿 物		
綠 柱 石 $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{Si}_6\text{O}_{18})$	綠柱石、純綠寶石 $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{Si}_6\text{O}_{18})$	金綠寶石 $\text{Al}_2(\text{BeO}_4)$
硅 鋁 石 $\text{Be}_4(\text{Si}_5\text{O}_{17})(\text{OH})_2$	似 晶 石 $\text{Be}_2(\text{SiO}_4)$	似 晶 石 $\text{Be}_2(\text{SiO}_4)$
少 有 者: 日光榴石 $(\text{Mn}, \text{Fe})_3(\text{BeSiO}_4)_3\text{Si}_2$	金綠寶石 $\text{Al}_2(\text{BeO}_4)$	日光榴石 少 有 者: 鉍鐵鋁礦 TaFeBe_2 $\text{Al}_4\text{MgBeO}_8$
		香 花 石 $\text{Ca}(\text{BeSiO}_4) \cdot \text{Li}(\text{OH}, \text{F})$
		腋覺長石 $\text{Ca}(\text{Be}, \text{Al})\text{Si}_2\text{O}_6(\text{OH})_2$
		三 斜 石 $(\text{Ca}, \text{Mn})_2(\text{BeSiO}_4)$
		藍 柱 石 $\text{AlBe}(\text{OH})(\text{SiO}_4)$
伴 生 矿 物		
黃 晶	螢 石	螢 石
白 云 母	含鋁-綠珍珠云母 金 云 母	含鋁-綠珍珠云母 鉄 云 母 金 云 母
鉄 叶 云 母		黑 磷 云 母
鉄 鎂 云 母		符 山 石
鈉 長 石	阳起石	石 榴 子 石
磷 灰 石	更 長 石	尖 晶 石
黑 錫 矿	磷 灰 石	磷 灰 石
輝 鉍 矿	白 鉛 矿	白 鉛 矿
錫 石	輝 鉍 矿	輝 鉍 矿 錫 石

- 2) 蚀变花岗岩、花岗岩长岩或沉积-变质岩中的含铍带；
- 3) 含铍网脉；
- 4) 含铍石英脉和石英-长石脉。

所有上述类型具有许多共同点，且相互为过渡的关系（有时在同一矿床内就可见到好几个类型）。除此之外，上述每一个类型的矿床都具有自己的地质特征和形态特征，在进行铍矿床评价和勘探工作中必须予以注意。本辑仅详细阐述两个在文献中很少报导过的矿床类型——含铍花岗岩和含铍带。

6. 根据许多研究人員（А.А.別烏斯，И.Ф.格里戈里也夫和Е.И.多洛曼諾娃、Н.П.查波洛特納雅、М.И.諾維科娃等人）对苏联各矿区上述类型铍矿床所进行的詳細研究証明，气化-热液作用的发育照例为两个阶段，其中第一阶段特征是碱性交代现象广泛出现（钠长石化）；第二阶段可以看作为酸性交代阶段，在此阶段发育的过程中形成了石英和石英-云母（即真正的云英岩）形成物。

所要着重指出的是，在所有上述矿床中都存在有明显的垂直分带性，这些分带性在花岗岩岩体的上部和最顶端地段石英云母（云英岩）形成物显著富集。在岩体的上部，特别是直接在沉积-变质岩屏蔽层的下面，云英岩化作用最为强烈，但随着深度的增大，这种作用明显地在减弱；在深处，钠长石化作用比较强烈。岩浆期后作用发育中的类似垂直分带性用А.С.柯尔仁斯基关于“岩浆期后溶液的随其向上运动而酸碱度变化”可以很好地得到解释。

正如А.А.別烏斯（1958）所认为的那样，因为铍是被岩浆期后溶液只是在一定pH值条件下呈稳定的 $\text{Na}_2[\text{BeF}_4]$ 成分的氟铍酸盐型络合物形式运移的，所以当溶液碱度改变时，络合物势必发生水解，析出固相的铍的化合物。因此，溶液酸碱度显然是引起铍在矿床某些地段局部矿化的主要因素之一。

7. 与铍矿床形成有关的气成-热液作用常出现在花岗岩岩体与围岩接触处的顶部地段。

如果围岩为泥質頁岩或石英岩，那末气成-热液作用在花崗岩岩钟盖层或盖层巨大捕撈体下面发育最为强烈，因此在頁岩盖层之下常見有富含綠柱石的交代蝕变岩石地段。看来，在这种情况下围岩起了屏蔽作用，阻止了气成-热液作用繼續向上扩展。

如果围岩是石灰岩，則气成-热液作用出現于外接触带中，鈹的矿化主要不是在花崗岩中，而是在遭受了接触交代蝕变作用的石灰岩中。

8. 当气成-热液作用的发育是在超基性岩与基性岩（蛇紋岩、綠泥滑石片岩和角閃片岩）中时，則可形成厚度不大的石英、石英-斜长石及斜长石脉（斜长岩），这些脉的周围都有一层厚的云母（金云母）边緣。远离矿脉处，該云母边緣則变为阳起石带。

文献中称这种脉状物为“云母岩”。許多研究人員（A. E. 費尔斯曼，K. A. 烏拉索夫等）認為是“交錯”綫状去硅伟晶岩，但根据近年来所获得的实际材料，我們認為还不能把它們看成是去硅伟晶岩，将它們看成为发育在特殊条件下——超基性岩中的一般的云英岩矿床的类似物显然是比較正确的。这种观点的正确性可用以下事实来証实：

1) 云母岩脉通常不厚，不具伟晶岩体所特有的带状构造。岩脉中无許多伟晶岩脉的典型文象結構带。

2) 在云母岩脉中，象螢石、輝鉬矿这样的矿物发育广泛，一般不为伟晶岩所特有的鈹矿物（硅鈹鉛矿）較为少見。但是，某些典型的伟晶岩矿物（如鈹鉄矿）在云母岩脉中却不存在。

3) 甚至在产于基性和超基性岩中交代作用最强烈的伟晶岩周围，任何时候都見不到厚大的蝕变岩石带。在云母岩脉发育的地区中往往可以見有块状构造的厚大的典型的带状伟晶岩，其中含有綠柱石，但围岩几乎未遭蝕变。

4) 在許多情况下，云母岩均沿伟晶岩体与围岩的接触带发育，从而形成了伟晶岩周围厚大的含螢石、純綠寶石、硅鈹石、

金綠寶石云母岩帶。在個別情況下，正如 A.Г. 齊諾維也夫^{*}早已確定的，云母岩脈切割偉晶岩或僅沿偉晶岩體的一邊接觸帶通過并延伸到接觸帶範圍以外。最後，云母岩脈與偉晶岩并無任何聯系，就象不是所有的偉晶岩都伴有云母岩邊緣那樣。

5) 云母岩體中氧化鉍的含量遠較偉晶岩中者高，而與典型的气成-熱液礦床中的含量無大差別。

6) 就鉍的含量而言，云母岩脈的綠柱石與偉晶岩的綠柱石甚不相同，但與典型熱液和气成-熱液礦床中的綠柱石相近似。

所有這些事實都不容許我們把云母岩體看成是花崗偉晶岩與超基性岩相互作用下而產生的經過反應的去硅偉晶岩。

9. 气成-熱液作用也可以發生于碳酸鹽岩石中。在此條件下，鉍礦化將已不是綠柱石，而是金綠寶石、硅鉍石或日光榴石，其它礦物比較少見（見表 2）。在這種情況下，鉍礦化常与气成-熱液作用發育的晚期階段有關，并通常重迭在早期形成的矽卡岩（磁鐵礦的，符山石石榴子石的，方柱石的）之上。在某些情況下，鉍礦化在空間上是孤獨的，与矽卡岩沒有明顯的聯系。根據這些，可將本組礦床分為兩種類型：即含鉍矽卡岩和石灰岩中的含鉍交代礦體（螢石的、黑磷云母的等）。往往在同一礦床的某些地段內，鉍礦物与螢石一起呈細小的帶狀分布于矽卡岩中，而在另一些地段則越出矽卡岩發育範圍之外，在石灰岩中形成細脈或不規則的交代體。必須指出，矽卡岩中的硫化物礦體通常是晚于螢石-鉍礦化細脈，并明顯地重迭在它們上面。

所有产于石灰岩中的气成-熱液鉍礦床均有如下一些共同的特性：

1) 螢石廣泛分布和鉍礦物經常与螢石共生。因此，对所有富含螢石的矽卡岩和产于灰岩或大理岩中的高溫熱液交代螢石礦床都应進行鉍的專門研究，特別是分布在含鉍區中的這種矽卡岩

* 口述。——作者注

和矿床。

2) 其中所含的鉍矿物常为肉眼无法区分的极细小的颗粒。因而如果不作鉍的定量分析和矿石的显微镜研究就不可作出本类型矿床的初步评价。

3) 最特征的是在本类矿床中出现有云母矿物——鋰及含鉍珍珠云母、鉄白云母、金云母、鉄叶云母或含鋰云母——集合体。这些云母集合体常呈深綠色，并与螢石共生，是金綠宝石、硅鉍石和鋁鎂鉍石的典型的伴生矿物。必須指出，这些云母的黄色变种中常含有鈳。

4) 含鉍矽卡岩的特点通常是具有独特的带状、条带状构造。由磁鉄矿、石榴子石、螢石、云母和鉍矿物組成的細脉，通常相互平行，且呈波状弯曲，往往形成特有的同心带状地質体。应当指出，产在石灰岩中而非产在矽卡岩中的鉍矿化細脉也有带状-条带状构造。在某些情况下，其结构与胶状结构极为相似。O.Г. 盖奥尔吉也夫斯卡亚(1955)把类似构造的形成解释为矿物在按扩散原理交代灰岩的氟溶液中間歇沉淀的結果。

在上述三类产于各种不同围岩中的气成-热液鉍矿床中，目前最有实际意义的是綠柱石矿床，因为这些矿石的选矿工艺远較硅鉍石或金綠宝石矿石簡便。

产于超基性岩中的鉍矿床少见(个别例外)。地質勘探部門应注意酸性鋁硅酸盐岩石中的气成-热液矿床的普查。这种矿床(含綠柱石花崗岩，矿带，网状脉)不仅規模巨大，而且鉍的含量高。

在普查气成-热液鉍矿床时，必須要考虑到可作为普查标志的上述特征。

摆在地質勘探和科学研究部門面前的最主要任务是：

1. 对所有已知的气成-热液鎢、錫和鋁矿床及矿化点作进一步的检查；

2. 真正的气成-热液鉍矿床的普查工作应特別在那些已查

明有鈹矿化的年青（海西期、基米里期和阿尔卑斯期）的褶皱区进行；

3. 对那些遭受气化-热液作用蚀变并富含氟（黄玉，螢石，鉄鋰云母）的花崗岩体进行詳細的研究；

4. 进行气成-热液鈹矿床局部化的构造条件研究；

5. 拟定盲矿体（产于围岩屏蔽层下的，靠近地表或为浮土掩盖的）的普查方法；

6. 进一步完善微量鈹的野外定量分析方法（特别是放射性方法）和在放射性方法基础上創造野外物探普查仪器；

7. 拟制并进一步完善硅鈹石和金綠寶石矿石选矿的技术工艺方法。

含綠柱石花崗岩

含綠柱石花崗岩是属于近年来新发现的有远景的气成-热液鈹矿床的工业类型。P.萊宁格尔（1954）最先指出了花崗岩中有綠柱石的高度富集存在。他在亚利桑那和犹他州（美国）发现了含綠柱石花崗岩时，他认为，虽然这种矿床的含量較低，但其規模甚大，因而有着工业利用的可能性。犹他州的什普罗克（Шпр-пок）矿区就是一个长約900米、寬为180米、綠柱石含量达0.5%的大型花崗岩体。

綠柱石的聚集常与玫瑰色花崗岩的退色地段有关，花崗岩的直径在一系列情况下可以达到几十米。这类“退色”花崗岩中的綠柱石主要是呈肉眼无法看出的极細小的浅色晶体，偶而也可見到較大的晶体以及橫切面达几厘米的放射状集合体。肉眼可見的晶体的集合体通常与花崗岩中的裂隙帶有关。

遺憾的是，由于书中对含綠柱石花崗岩沒有作更詳細的闡述，所以对矿床特性仍不清楚。

目前，在苏联领土内已查明含綠柱石花崗岩的分布甚为广泛。世界各国的实际工作表明，这类矿床的工业开采主要受氧化鉍含量低（0.02—0.04%）的限制。发现高含量的含綠柱石花崗岩是有可能的。毫无疑问，这类矿床将成为获得鉍原料的可贵的有远景的工业泉源。

含綠柱石花崗岩的地质-岩石特征

含有綠柱石細小散染体的花崗岩通常产于年青的花崗岩岩体頂部岩枝范围内。这种岩体的特点是其中鉍、鎢、钼或錫的含量很高（相对克拉克值而言）。呈巨大岩株或岩钟出露于地表的这类花崗岩体的頂部突出部分（图1），在絕大多数情况下，均系由超酸性花崗岩的淡色变种組成。由于岩浆期后交代作用（鈉长石化和云英岩化）的結果，使之发生了蚀变。

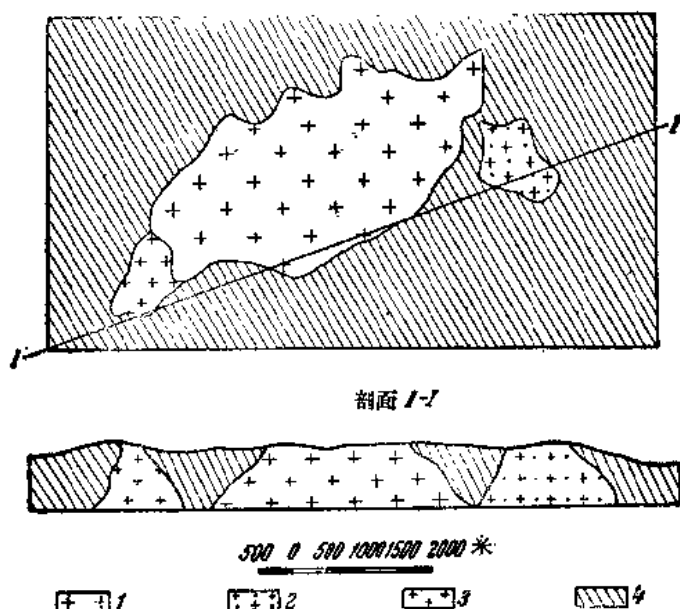


图1 黑云母和二云母斑状花崗岩岩体内接触带中的含綠柱石花崗岩岩钟
 1—黑云母和二云母斑状花崗岩；2—鈉长石化和云英岩化含綠柱石花崗岩；3—云英岩化花崗岩；4—变質頁岩。